

**COLEGIO UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS
FINANCIEROS**

GRADO EN ADE

Trabajo Fin de GRADO



**PREVISIBILIDAD DE
RENDIMIENTOS EN BOLSA**

EL CASO DE ACS

Autor: Rodríguez Roldán, Javier

Tutor: Flores de Frutos, Rafael

Madrid, abril de 2019

Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
2. PREVISIÓN DE RENDIMIENTOS	4
2.1 PRINCIPALES AUTORES	5
2.1.1 Eugene Fama	5
2.1.2 Rober Shiller	6
2.1.3 Aportaciones de otros autores	7
2.2 MÉTODOS PARA LA PREVISIÓN DE PRECIOS Y TENDENCIAS	8
2.2.1 Análisis técnico y fundamental.....	8
2.2.2 Otros métodos utilizados.....	9
2.3 ESTUDIO DE CAPORIN, RONALDO Y DE MAGISTRIS	9
3. COINTEGRACIÓN Y MODELOS VECTORIALES DE CORRECCIÓN DE ERROR (VEC)	10
3.1 COINTEGRACIÓN	10
3.2 MODELOS VECTORIALES DE CORECCIÓN DE ERROR	11
4. ANÁLISIS EMPÍRICO	12
5. ESTRATEGIA DE TRADING	16
5.1 COMPARACIÓN DE DISTINTAS ESTRATEGIAS USANDO EL MODELO PREDICTIVO	16
5.2 COMPARACIÓN CON LA ESTRATEGIA DE COMPRAR Y MANTENER	17
6. CONCLUSIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	19

Resumen

Este trabajo tratará de ampliar el artículo escrito por Caporin, Ronaldo y De Magistris (2013), enfocado en la predicción de rendimientos, incluyendo el precio último y utilizando precios semanales en vez de diarios. Se realizará también un modelo VEC para poder prever los precios máximos y mínimos, en este caso de la empresa ACS, y con estas previsiones se planteará una estrategia de trading que pueda batir en rentabilidad a la estrategia básica de comprar y mantener.

Palabras clave: Previsibilidad, ACS, Modelo VEC, Trading, Caporin, Ronaldo y de Magistris

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es ampliar el estudio realizado por Caporin, Ronaldo y De Magistris (2013), los cuales a través de un análisis de los precios máximos y mínimos diarios del índice *Dow Jones Industrial Average* logran concluir (utilizando un modelo VEC) que estos precios son previsibles elaborando con estas previsiones una estrategia de inversión que bate en rentabilidad a la de comprar y mantener. La trascendencia de esta argumentación es enorme tanto para académicos como para profesionales del campo de las finanzas ya que, bajo la hipótesis de que los precios en bolsa son previsibles, sería posible obtener rentabilidades superiores a la media de mercado.

Es posible ampliar este estudio desde dos perspectivas: una, utilizar una variable adicional, el precio último, estrechamente ligado al precio máximo y mínimo, por lo que aporta información relevante y su exclusión es un error. La segunda vertiente consistiría en utilizar precios semanales en vez de diarios dada su menor volatilidad.

En esta línea, en el presente trabajo se pretende dar respuesta a las siguientes cuestiones: ¿hasta qué punto son previsibles los rendimientos de la empresa ACS?, ¿se puede aceptar la eficiencia débil y la semifuerte? y ¿es posible elaborar una estrategia basada en previsiones que venza a estrategias básicas como la de comprar y mantener para ACS?

La estructura de lo que sigue en el trabajo consistirá en: una revisión de la literatura relacionada con la previsibilidad de rendimientos y eficiencia del mercado así como distintos métodos usados para predecir precios y las tendencias de éstos (apartado 2), una explicación de lo que es la cointegración y los modelos VEC (apartado 3), un análisis empírico del modelo utilizado para los precios de ACS (apartado 4), la elaboración de una estrategia de trading con los precios previstos por el modelo (apartado 5) y unas conclusiones en las que se responderá a las preguntas previamente planteadas (apartado 6).

2. PREVISIÓN DE RENDIMIENTOS

En esta sección se ilustrará el pensamiento de los dos grandes autores de este campo, Eugene Fama y Robert Shiller, ganadores del premio Nobel en el año 2013 por sus aportaciones en él.

2.1 PRINCIPALES AUTORES

2.1.1 Eugene Fama

La teoría de los mercados eficientes y expectativas racionales fue planteada primeramente por Fama (1965) y sigue siendo objeto de debate a día de hoy. Fama, que además de ser el pionero es el mayor exponente de esta teoría, afirma que el mercado es eficiente. Esto significa que el precio de las acciones refleja toda la información disponible, el riesgo y las expectativas, por lo que el precio de la acción coincide con su valor intrínseco. También un mercado eficiente es aquel en el que las variaciones de los precios no están correlacionadas entre sí, es decir, el pasado no aporta información ni del presente ni del futuro.

Esto supone un mercado en el que, en el corto plazo, todo inversor tiene las mismas probabilidades de éxito ya que los precios siguen lo que se denomina como un “paseo aleatorio” (Bachelier, 1900) o, de no ser así, una distribución muy similar. Malkiel (2016) lo define así: “Un paseo aleatorio es aquel en el que los pasos futuros o la dirección no se pueden predecir a partir de la historia anterior” (Malkiel, 2016: 26). Los rendimientos se representarían así:

$$p_t = p_{t-1} + a_t$$

Siendo a_t un proceso de ruido blanco. De tal manera que la mejor previsión del precio de una acción para mañana sería el último precio de hoy. Por tanto, en el corto plazo, el pasado explica menos de un 5%.

Sentada la base de la teoría del paseo aleatorio, Roberts (1967) realizó su aportación la cual fue utilizada por Fama dos años más tarde. Distinguió entre la información histórica, pública y privilegiada, y según el tipo de información que el mercado hubiese asimilado distinguiría entre mercado con eficiencia débil, semifuerte y fuerte. Los primeros son los que asumen de manera inmediata toda la información histórica del precio y ésta no aporta ningún valor añadido al inversor. El segundo tipo es aquel que asume la información histórica del precio y la pública (tipos de interés, noticias del sector, etc.) de forma inmediata, de nuevo, sin que su conocimiento aporte valor extra al inversor; es la que se probará que no se puede aceptar para el caso de las acciones de ACS al aportar los precios máximos y mínimos históricos información relevante del presente y del futuro. Y el

mercado con eficiencia fuerte es aquel que absorbe de forma inmediata la información histórica, pública y la privilegiada.

Que el mercado incorpore la información de forma rápida a los precios no quiere decir que no se puedan prever. Eficiencia y previsibilidad no son incompatibles. Especialmente en el largo plazo, debido a la búsqueda de información y a que el riesgo puede no estar incorporado de forma adecuada. A mayor riesgo, mayores rentabilidades, y de ahí se puede extraer una correlación que ayude a prever el precio.

Véase Flores (2014).

2.1.2 Rober Shiller

El otro gran enfoque es el elaborado por Shiller (1981) el cual publica un ensayo en el que exponía que los precios de las acciones no se correspondían con el valor actual de los dividendos futuros descontados a un tipo constante. Afirmaba que los precios variaban más de lo que se podía justificar por los cambios en los dividendos. Esto contradecía lo hasta entonces dicho por Fama.

Para explicar la existencia de la posibilidad de previsibilidad de precios Shiller propuso la corriente teórica denominada economía del comportamiento, la cual asegura que los inversores en ocasiones actúan influenciados por factores sociales o psicológicos y eso lleva a actuaciones que no realizarían si fuesen racionales, como Fama afirmaba. Es decir, los inversores se comportan de forma irracional a la hora de medir el riesgo, escoger momentos de compra y venta y para prever rendimientos.

Un ejemplo muy representativo de esta teoría son las burbujas, hay multitud de casos a lo largo de la historia de burbujas y distintos autores las han expuesto como uno de los motivos por los que el mercado no es eficiente. Malkiel (2016) defiende que la existencia de burbujas no significa que el mercado no sea eficiente, sino que son un error que acaba siendo corregido, “El mercado siempre corrige cualquier irracionalidad- pero a su modo tranquilo e inexorable” (Malkiel, 2016: 96).

Además de las burbujas, los defensores de la economía de comportamiento detectan otros conflictos con la teoría del mercado eficiente, como el que los inversores tardan en reaccionar ante nueva información, denominado conservadurismo; el arbitraje, el cual

corrige las ineficiencias temporales, tiene un límite; las empresas valor crecen más que las empresas crecimiento y las empresas de baja capitalización obtienen mayores rentabilidades a los indicados por el CAPM (Modelo de Valoración de Activos), denominado efecto tamaño, y se ha estudiado que el mayor riesgo no explica toda la diferencia en rentabilidad.

También Shiller afirma la existencia de reversión a la media, esto quiere decir que los precios a lo largo del tiempo tienden a su media y esto hace que sean en cierta medida previsibles. Un estudio que confirma su existencia es el de Dyl y Maxfield (1987), consistió en coger 200 días de cotización al azar entre 1974 y 1984, de entre esos datos se tomó nota de las empresas con una mayor pérdida porcentual de precio. Entre los diez próximos días de cotización esas empresas subieron un 3,6% y las empresas que más habían subido de precio en la muestra inicial cayeron un 1,8% en esos mismos diez días.

Por tanto, no es la afirmación de que los precios son previsibles la causa del “enfrentamiento” de Fama y Shiller, sino el motivo que hace posible que lo sean. Sobre todo, hay acuerdo en que esto es posible en plazos de un año o superiores y que, cuanto mayor es el horizonte de previsión, mejor se puede predecir.

Y otra conclusión que se puede obtener es que en el mercado no hay ni racionalidad total ni exuberancia total.

Véase Flores (2014).

2.1.3 Aportaciones de otros autores

Leroy (1973) y Lucas (1978) demostraron que había modelos eficientes a nivel de captación de información, pero cuyos precios no seguían un paseo aleatorio. La imprevisibilidad de precios no es condición ni necesaria ni suficiente para que el mercado sea eficiente.

Grossman y Stiglitz (1980) afirmaron que no es posible la existencia de un mercado con eficiencia fuerte en términos de información, precisamente este es el incentivo para los inversores que buscan esa información no asimilada por el mercado y con ella realizan operaciones.

Black (1986) mostró que cada inversor tiene sus características particulares y que en ocasiones se puede acudir al mercado por necesidad de liquidez o para obtener rentabilidad por información y sea cual fuese el caso estar actuando racionalmente. De hecho, puede tratarse de un mismo agente que en un momento actúe de una forma y en otro momento de la otra.

En 1999 Wen-Chuan y MacKinlay (1999) publicaron la antítesis del libro de Malkiel. En este se defiende que es compatible la idea de que el mercado sea un camino aleatorio y pese a ello se puedan prever los precios de las acciones.

Se puede concluir que, en cierta medida, el pasado sí tiene capacidad para prever el presente y el futuro y gracias a ello, utilizando la metodología adecuada, se pueden obtener previsiones de precios y con ellas elaborar estrategias de inversión.

2.2 MÉTODOS PARA LA PREVISIÓN DE PRECIOS Y TENDENCIAS

2.2.1 Análisis técnico y fundamental

El objetivo de estas dos técnicas no es prever los precios de las acciones sino su tendencia. Son técnicas que se tienden a usar por los profesionales junto al tipo de análisis econométrico aquí realizado.

El análisis técnico se basa en tres premisas: todo está en el precio, es el mejor estimador del valor; los precios se mueven en tendencias y el mercado tiene memoria, los precios realizan movimientos en el pasado que se repetirán en el futuro. Podemos encontrar dos grandes ramas dentro del análisis técnico: el chartismo, estudia la evolución de una acción a través de gráficos en busca de figuras como el “hombro-cabeza-hombro”, el “banderín” o soportes y resistencias y el análisis cuantitativo, que utiliza indicadores u osciladores para descifrar el momento más adecuado para vender o comprar una acción, utiliza, entre otras, herramientas como las medias móviles o las bandas de Bollinger.

El análisis fundamental, en cambio, trata de obtener el valor “real” de la acción, de esta manera podrá discernir si la acción está infravalorada, sobrevalorada o correctamente valorada sabiendo que el precio va a tender a su valor real; para esto el analista toma en consideración la tasa de crecimiento esperada, las expectativas de reparto de dividendos, el grado de riesgo y el nivel de tipos de interés.

2.2.2 Otros métodos utilizados

Múltiples estudios han tenido por objetivo prever precios. Aquí veremos alguno de ellos y las metodologías utilizadas.

Campbell y Shiller (1998), además de afirmar que la previsibilidad era posible, expusieron distintas metodologías para hacerlo como la ratio precio/beneficio o la ratio dividendo/precio (dividend yield), ambas para rendimientos anuales. También encontraron evidencia de previsibilidad en precios de bonos y divisas.

LeBaron (1990) utilizó los precios semanales del Standard & Poor 500 desde el año 1946 hasta el 1985 y demostró que, en los periodos más tranquilos, por ende, con menos volatilidad, hay una mejora del 3,1% en el R^2 . Es decir, se prevén un 3,1% mejor los precios en estas circunstancias.

Estudiando el análisis de rendimientos en países desarrollados Ferson y Harvey (1993) dan con que los premios por riesgo a nivel global son el elemento más importante para la predicción. Mientras que Harvey (1995) encuentra que para los mercados emergentes es la información local lo más importante; además de encontrar que estos mercados son más predecibles que los desarrollados.

Un informe actual sobre el tema es el de Atsalakis, Protopapadakis y Valavanis (2015) los cuales son capaces de prever el precio de una acción para el próximo día en periodos turbulentos para el mercado. Los periodos que tomaron para este estudio fueron el lunes negro, 19 de octubre de 1987; la crisis rusa de 1998; el 11 de septiembre de 2001 y la crisis financiera de 2008. La metodología utilizada es una combinación de un sistema neuro-difuso adaptativo, nueva tecnología de computación llamada computación flexible, y una ANNs (Red neuronal artificial), es un sistema computacional inspirado en la biología; los datos utilizados son precios diarios históricos de cierre. Esta estrategia bate a la estrategia de comprar y mantener en un 92,5% de los casos estudiados.

2.3 ESTUDIO DE CAPORIN, RONALDO Y DE MAGISTRIS

En este estudio se analiza el histórico de los precios máximos y mínimos diarios del índice *Dow Jones Industrial Average*, se dan pruebas de que los precios pasados en bolsa

son útiles para prever los precios futuros y se elabora con ellos una estrategia superior en rentabilidad que la de comprar y mantener.

Aunque lo anterior coincida con este trabajo, en su modelo no se incluye como variable los precios últimos, cosa que aquí sí se hará ya que éstos incorporan información muy relevante por ser el punto de referencia de los precios mínimos y máximos.

Llama la atención a los autores que los máximos y mínimos hayan sido ignorados por otros autores pese a ser muy interesantes de usar por varios motivos: hay gran cantidad de información disponible sobre ellos, muchas técnicas de trading se basan en soportes y resistencias, que son los máximos y mínimos repetidos en un periodo de tiempo, y porque aportan mucha información sobre costes de transacción, liquidez del mercado o asimetrías de información.

En su análisis dieron con que existía cointegración entre los precios. Es cierto que en algunos momentos se distanciaban el uno del otro, pero en general iban en paralelo y, de hecho, estas variaciones respecto a lo que se esperaba afectaban a sus previsiones del precio futuro.

Utilizan un modelo vectorial de corrección de error porque es capaz de incorporar la cointegración y porque captura el rango a largo plazo entre los dos conjuntos de datos, el cual sirve como medidor de la volatilidad y aporta mucha información. Para llevar a la práctica este modelo pretenden averiguar el mejor momento de salida y entrada en el mercado, habiendo realizado los autores una comprobación de que una estrategia basada en el modelo daba mejores resultados que la de comprar y mantener, en cuestión de rentabilidad y riesgo.

3. COINTEGRACIÓN Y MODELOS VECTORIALES DE CORRECCIÓN DE ERROR (VEC)

3.1 COINTEGRACIÓN

Que dos variables x_t e y_t estén cointegradas significa que tienen una relación fuerte a largo plazo entre sí. Esto implica que evolucionan en el tiempo de forma sincronizada.

Cuando esto sucede se pueden desarrollar modelos predictivos más fiables. (Economipedia, 2019)

3.2 MODELOS VECTORIALES DE CORECCIÓN DE ERROR

Este tipo de modelos se utiliza para hacer previsiones de series de más de una variable cuando existe cointegración entre ellas. Mejora la predicción de los modelos univariantes por el hecho de usar más información, más variables. Tratan de juntar tanto las relaciones de cointegración como las dependencias de corto plazo captadas por el modelo VAR (modelo autorregresivo vectorial). Es decir, un modelo VEC en un modelo VAR en niveles en el que se han detectado relaciones de cointegración. (Wolters Kluwer, 2018)

Se utilizan para predecir cuándo las variables económicas en el corto plazo muestran desequilibrios y en el largo plazo están en equilibrio. Se corrige el desequilibrio, entendido como la desviación de los valores esperados en el tiempo, a través de ajustes parciales en el corto plazo. (UAM, 2018)

Si y_t y x_t son integradas de orden 1 y no están cointegradas, se puede estimar un modelo dinámico en primeras diferencias. Por ejemplo:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta y_{t-1} + \gamma_0 \Delta x_t + \gamma_1 \Delta x_{t-1} + u_t$$

teniendo u_t media cero dadas Δx_t , Δy_{t-1} , Δx_{t-1} y retardos adicionales.

Si, en cambio, y_t y x_t están cointegradas con el parámetro β , entonces las variables son integradas de orden cero adicionales y se pueden añadir en la ecuación anterior. Siendo $s_t = y_t - \beta x_t$, por tanto s_t sería $I(0)$ y se supone que tiene media cero. De este modo se pueden añadir los retardos de s_t a la ecuación. Si únicamente se incluyese un retardo se tendría esta ecuación:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta y_{t-1} + \gamma_0 \Delta x_t + \gamma_1 \Delta x_{t-1} + \delta s_{t-1} + u_t$$

donde se tiene información de todos los valores pasados de x e y . Se puede incluir además un término de corrección de error, $\delta(y_{t-1} - \beta x_{t-1})$, quedando así:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta y_{t-1} + \gamma_0 \Delta x_t + \gamma_1 \Delta x_{t-1} + \delta(y_{t-1} - \beta x_{t-1}) + u_t$$

Este tipo de modelos son capaces de estudiar la evolución de la relación a corto plazo entre las variables x e y . Se considera el modelo sin los retardos de Δx_t e Δy_t :

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma_0 \Delta x_t + \delta(y_{t-1} - \beta x_{t-1}) + u_t$$

donde $\delta < 0$. Para estimar los parámetros de un modelo VEC de esta ecuación habría que conocer la β y se realizaría la regresión de Δy_t sobre Δx_t y s_{t-1} donde $s_{t-1} = (y_{t-1} - \beta x_{t-1})$.

Véase Wooldridge (2000).

4. ANÁLISIS EMPÍRICO

Los datos utilizados en este trabajo han sido obtenidos en la página web Investing (2019) y se tratan de los precios máximos, mínimos y de cierre semanales, entendidos como la media de estos precios de toda la semana, de la acción de ACS en el periodo desde el 4 de enero de 2010 hasta el 7 de enero de 2019.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, las variables máximo, mínimo y último, tienen cointegración y no son estacionarias. Se han utilizado los datos en forma de logaritmo neperiano porque induce normalidad en ellos.

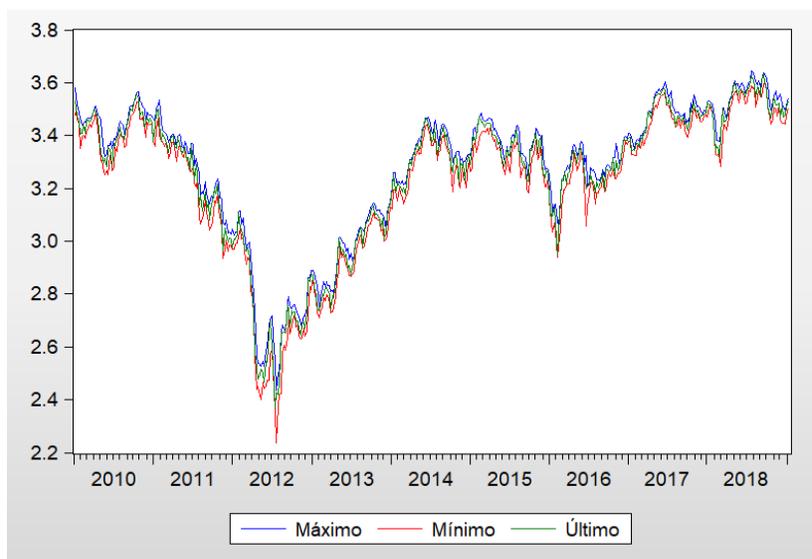


Gráfico 1 – Logaritmo neperiano de los precios máximos, mínimos y últimos históricos
Fuente: Elaboración propia mediante datos de Investing

Si aplicamos una diferencia conseguimos que las series sean estacionarias, por tanto todas son I(1).

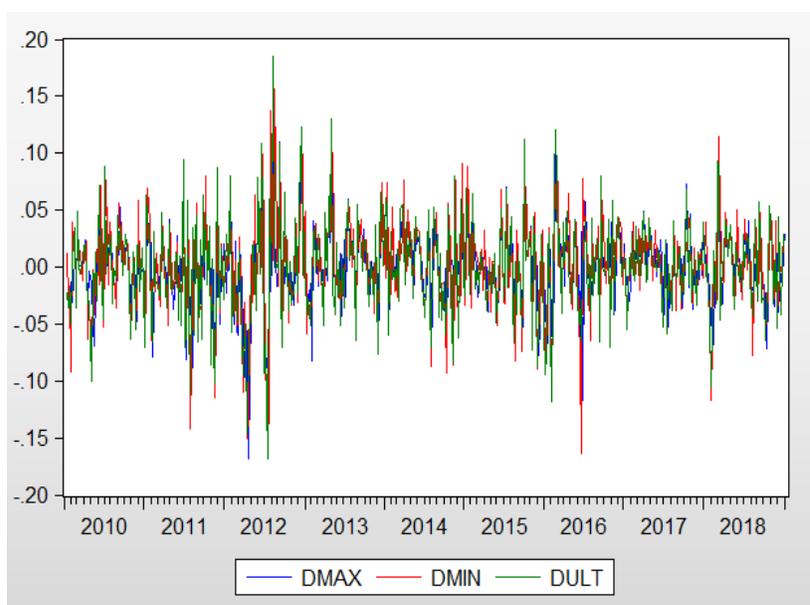


Gráfico 2 - Logaritmo neperiano de los precios máximos, mínimos y últimos históricos con una diferencia
Fuente: Elaboración propia mediante datos de Investing

El máximo en primeras diferencias sigue un AR(5) y si se realiza la ecuación correspondiente se ve que el R^2 es de tal solo un 3,88%, el mínimo sigue un AR(2) con un R^2 de 3,08% y el último sigue un ruido blanco, por tanto su R^2 es un 0%. Esto quiere decir que son prácticamente paseos aleatorios y esto implica que el pasado no afecta al presente, es ruido blanco, y por ello se puede aceptar la eficiencia débil para las tres variables.

A través del método de Johansen (Johansen y Juselius, 1990) encontramos dos relaciones de cointegración. Una vez se sepan cuáles son se incluyen en el modelo porque, al ser el rango una medida de dispersión, lo que hacen es depurar el riesgo de las acciones.

La primera (RC1) es:

$$RC1 = MAX - 0,97898 * ULT - 0,096686$$

(0,004) (0,013)

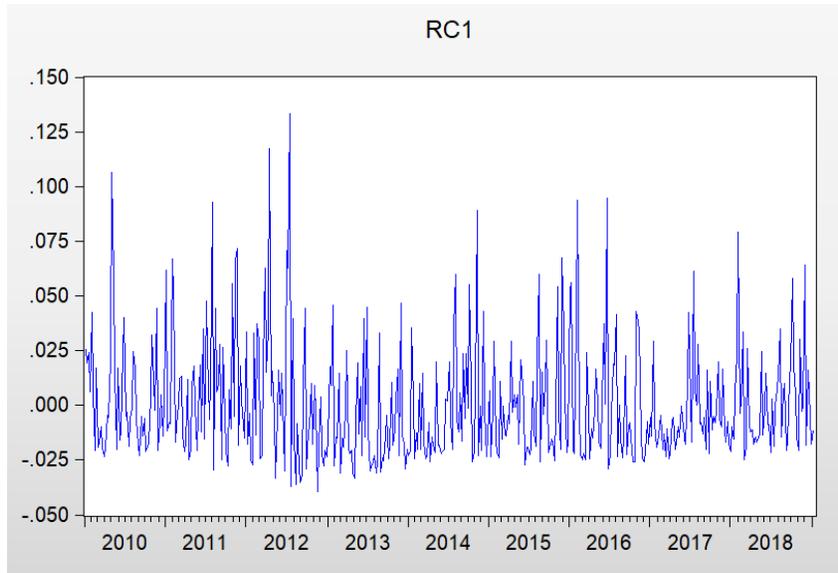


Gráfico 3 – Primera relación de cointegración
Fuente: Elaboración propia mediante datos de Investing

La segunda relación de cointegración (RC2) es:

$$RC2 = MIN - 1,02676 * ULT + 0,119909$$

(0,006) (0,019)

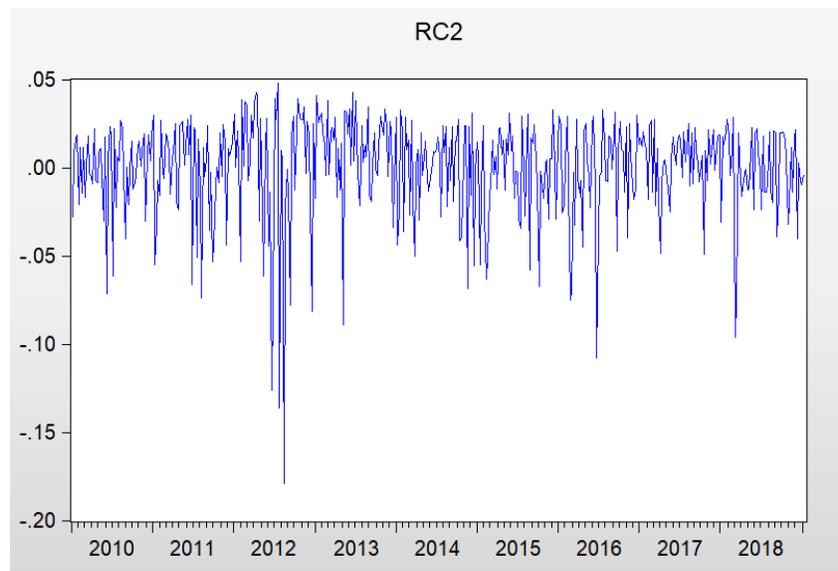


Gráfico 4 – Segunda relación de cointegración
Fuente: Elaboración propia mediante datos de Investing

Estimación del modelo VEC:

Variable dependiente	Ecuaciones		
	$\nabla \ln(\max_t)$	$\nabla \ln(\min_t)$	$\nabla \ln(\text{ult}_t)$
C			-2,18E-06 (0,999)
RC1 _{t-1}	-0,887626 (0,000)	-0,254376 (0,000)	
RC2 _{t-1}		-0,885755 (0,000)	
$\nabla \ln(\min_{t-2})$	0,080138 (0,034)		
$\nabla \ln(\text{ult}_{t-2})$	-0,085132 (0,016)		
$\nabla \ln(\max_{t-3})$	-0,083588 (0,025)		
R ²	46,55%	48,08%	0,00%
R ² ajustado	46,21%	47,96%	0,00%
Error estándar de la regresión	2,53%	2,99%	4,23%
Estadístico Q (12)	10,54	5,01	4,62
P-valor (12)	10,40%	5,43%	5,93%

Tabla 1 – Estimación del modelo VECM realizada con EViews

Si realizamos el correlograma de los residuos de cada ecuación vemos que finalmente todos son ruido blanco.

Ecuaciones	Correlograma de los residuos	
	Estadístico Q (12)	P-valor (12)
$\nabla \ln(\max_t)$	15,63	20,90%
$\nabla \ln(\min_t)$	9,55	65,60%
$\nabla \ln(\text{ult}_t)$	5,95	91,90%

Tabla 2 – Correlograma de los residuos realizado con EViews

Al ser elevado el R^2 de las variables máximo y mínimo obtenido a través del modelo VEC, se puede decir que el pasado afecta al presente y por ello no es posible aceptar la eficiencia semifuerte para estas dos variables. En el caso del último, en cambio, sí es posible aceptarlo al ser el R^2 un 0%.

Con el modelo VEC se apoya que lo que interesa no es el rendimiento de la acción, sino el rendimiento de la acción con el riesgo depurado, esto es lo que hace que la acción sea predecible.

5. ESTRATEGIA DE TRADING

Realizadas las previsiones de precios para días ya pasados y, por tanto, estando los precios de cotización disponibles, se pueden comparar los precios máximos y mínimos que se dieron en el mercado con los que el modelo ha predicho. Esto sirve para ver cómo de válido es el modelo a la hora de hacer trading con precios futuros, pues su uso real sería realizando predicciones de precios de fechas futuras y tomar una posición corta o larga en función de si los precios de cotización de mercado llegan al mínimo o al máximo previsto.

Con estas previsiones se pueden hacer estrategias muy distintas. En el caso de ser éstas dentro de una misma semana se puede vender (en corto) al máximo previsto y comprar al último o, mejor aún, al mínimo previsto si se da el caso de que sea después del máximo; o comprar al mínimo previsto y vender al último o al máximo previsto si se da después del mínimo. En caso de salirse de la semana la mecánica es la misma con el añadido de que se pueden prolongar las órdenes tanto como se desee.

5.1 COMPARACIÓN DE DISTINTAS ESTRATEGIAS USANDO EL MODELO PREDICTIVO

La estrategia llevada a cabo en este trabajo consiste en comprar cuando el precio mínimo real coincida, o sea menor, que el precio mínimo previsto, restándole a éste una cantidad de euros determinada en cada caso, y vender al precio de cierre de la misma semana u otra distinta.

Se debe vender en el momento que se tenía planificado aún si se diese el caso de que el precio fuese inferior al que se compró. La utilización de este tipo de modelos debe de ir

ligada a estrategias muy concretas que no deben de ser modificadas, de esta manera no hay lugar para la irracionalidad.

Para estas simulaciones de inversión se proponen dos supuestos: existen costes de transacción y éstos son de 0,0213 euros por operación. Y, el segundo, si en el tiempo en el que hay una inversión en curso se da una situación de compra no se llevará a cabo ésta porque se supone que el dinero está limitado a lo ya invertido en la primera inversión.

Los resultados obtenidos son: si se entra y sale del mercado la misma semana, comprando al mínimo previsto -1,03 euros, se consigue un beneficio de 9,62 euros por acción en el total del periodo; si se sale la semana después de entrar, comprando al mínimo previsto -1,01 euros, se consiguen 14,73 euros de beneficio; vendiendo a las dos semanas y comprando a -1,01 euros se obtienen 17,07 euros de beneficio. La mejor estrategia que se ha logrado bajo estos supuestos es la de vender a las tres semanas de comprar, sin restar nada al mínimo previsto, pues se consiguen 31,34 euros de beneficio por acción. Según se vende más allá de tres semanas se consiguen rentabilidades muy parecidas, pero sin llegar a esta cantidad.

Eliminando el supuesto de que no se pueden comprar acciones si el dinero ya está en movimiento se realizarían más operaciones y se obtendrían unas rentabilidades muy superiores. En el caso de la estrategia de vender tres semanas más tarde se duplica la rentabilidad y, cuantas más semanas pasen, mayor es la diferencia en rentabilidad respecto a las estrategias en las que sí se tiene este supuesto en cuenta. Se llega a obtener en las estrategias que más reportan hasta 420 euros de beneficio por acción en el total del periodo.

5.2 COMPARACIÓN CON LA ESTRATEGIA DE COMPRAR Y MANTENER

La estrategia básica de comprar y mantener, es decir, si compramos la acción de ACS el 16 de enero del 2012 y no la vendemos hasta el 7 de enero de 2019, nos hubiese reportado una rentabilidad de 179,17% (pasa de 12,24 a 34,17 euros).

Como se ha señalado antes, la estrategia que más rentabilidad reporta, bajo los dos supuestos incluidos y que consiste en comprar al mínimo previsto y vender al último tres semanas después, obtiene un 256,05% para el mismo periodo (de 12,24 a 43,58 euros), una superioridad significativa respecto a la estrategia de comprar y mantener.

6. CONCLUSIONES

Respondiendo a las cuestiones planteadas en la introducción.

En cuanto a cómo de previsibles son los rendimientos de ACS, se puede afirmar que el precio último no es previsible mientras que el máximo y el mínimo lo son en un 46,21% y 47,96% respectivamente.

A la pregunta de si se puede aceptar la eficiencia débil se puede afirmar que sí, ya que los tres precios siguen prácticamente un camino aleatorio. La eficiencia semifuerte por otro lado, aunque se acepta para el precio último, no se puede aceptar para el máximo y el mínimo al afectar el pasado al presente una vez los precios han sido depurados del riesgo.

Respecto a la elaboración de una estrategia basada en previsiones, se logra utilizando una que consiste en comprar en el mínimo previsto y vender al precio de cierre de tres semanas después logrando obtener una rentabilidad superior en un 76,88% a la de comprar y mantener.

La continuación de este trabajo consistiría en añadir variables que pueden aportar más información todavía, como pueden ser el precio de apertura o el precio medio.

BIBLIOGRAFÍA

- Atsalakis, G., Protopapadakis, E. y Valavanis, K. (2015) *Stock trend forecasting in turbulent market periods using neuro-fuzzy systems*.
- Bachelier, L. (1900) *Theory of speculation*. Cambridge: MIT press.
- Black, F. (1986) Noise. *Journal of Finance*, 41, 529-544.
- Campbell, J y Shiller, R. (1998) The Dividend-Price Ratio and Expectations of Future Dividends and Discount Factors. *Review of Financial Studies*, 1, 195-228.
- Caporin, M., Ronaldo, A. y Santucci de Magistris, P. (2013) On the predictability of stock prices: A case for high and low prices. *Journal of banking & finance*.
- Dyl, E. y Maxfield, K. (1987) *Does the stock market over-react? Additional evidence*, University of Arizona.
- Economipedia (2019) *Cointegración* [en línea] disponible en <<https://economipedia.com/definiciones/cointegracion.html>> [consulta: 02 abril 2019].
- Fama, E. (1965) The behavior of stock-market prices. *The Journal of Business*, 38, 34-105.
- Ferson, W. y Harvey, C. (1993) The Risk and Predictability of International Equity Returns. *The Review of Financial Studies*, 6(3), 527-566.
- Flores de Frutos, R. (2014) Eficiencia versus exuberancia irracional. *Economistas*, 138, 239-246.
- Grossman, S. y Stiglitz, J. (1980) On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. *The American Economic Review*, 70(3), 393-408.
- Harvey, C. (1995) Predictable Risk and Returns in Emerging Markets. *The Review of Financial Studies*, 8(3), 773-816.
- Investing (2019) *Actividades de Construcción y Servicios S.A. (ACS)* [en línea] disponible en <<https://es.investing.com/equities/acs-cons-y-serv-historical-data>> [consulta: 09 febrero 2019].
- Johansen, S y Juselius, K. (1990) Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- LeBaron, B. (1990) *Forecasting improvements using a volatility index*, Wisconsin.
- Leroy, S. (1973) Risk Aversion and the Martingale Property of Stock Prices. *International Economic Review*, 14(2), 436-446.
- Lucas, R. (1978) Asset Prices in an Exchange Economy. *Econometrica*, 46, 1429-1446.

- Malkiel, B. (2016) *Un paseo aleatorio por Wall Street: la estrategia para invertir con éxito*. 11 ed. Alianza Editorial.
- Roberts, H. (1967) *Statistical versus clinical prediction of the stock market*, Chicago.
- Shiller, R (1981) Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends? *American Economic Review*, 71, 421-436.
- UAM (2018) *Técnicas avanzadas de predicción* [en línea] disponible en <http://www.uam.es/docencia/predysim/prediccion_unidad4/4_3_ficha.htm> [consulta: 04 marzo 2019].
- Wen-Chuan, A. y MacKinlay, A. (1999) *A non-random walk down Wall Street*.
- Wolters Kluwer (2018) *Modelos VAR y VEC* [en línea] disponible en <http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASMTczNLtbLUouLM_DxbIwMDS0NDQ3OQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAFtLjADUAAAA=WKE> [consulta: 04 marzo 2019].
- Wooldridge, J. (2000) *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*. 4 ed.